

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-084690

(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl.

H02K 1/27  
H02K 1/22  
H02K 21/14

(21)Application number : 2000-224430

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 25.07.2000

(72)Inventor : HATTORI MAKOTO  
MACHIDA HIROSHI  
KANIE TETSUO  
HOSHINO AKIHIRO  
ISOBE SHINICHI  
HIROSE MASAHICO  
NOGUCHI AKIHIRO

(30)Priority

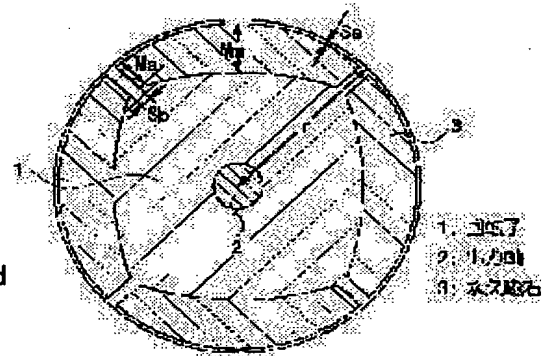
Priority number : 2000032456  
2000186638Priority date : 09.02.2000  
21.06.2000

Priority country : JP

JP

## (54) ELECTRIC MOTOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an efficient magnet electric motor that increases demagnetization yield strength, and can be speedily rotated.**SOLUTION:** In the shape of a permanent magnet for forming a field, the outer-periphery surface of the permanent magnet and that of a rotor should be set at equal distances, at the same time, thickness at a middle section in the radius direction of the rotor should be set thicker than that of a periphery section and at the same time should be set thinner than that where a shape at the center side of the rotor of the permanent magnet is set to a plane, and, roundness with specific radius should be provided at an end section in the circumferential direction of the rotor in the outer-periphery surface of the permanent magnet. Also, a plurality of slits should be provided at either of the core section between the mutually adjacent permanent magnets or an outer-periphery core section outside each permanent magnet of the rotor. Additionally, a permeable sticking agent should be filled into the gap between a hole for the permanent magnet punched at the core section of the rotor and the permanent magnet, and the core section of the rotor should be stuck to the permanent magnet.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-84690

(P2002-84690A)

(43) 公開日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 2 K 1/27	5 0 1	H 0 2 K 1/27	5 0 1 A 5 H 0 0 2
			5 0 1 K 5 H 6 2 1
1/22		1/22	A 5 H 6 2 2
21/14		21/14	M

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-224430 (P2000-224430)

(22) 出願日 平成12年7月25日 (2000.7.25)

(31) 優先権主張番号 特願2000-32456 (P2000-32456)

(32) 優先日 平成12年2月9日 (2000.2.9)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-186638 (P2000-186638)

(32) 優先日 平成12年6月21日 (2000.6.21)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 服部 誠

愛知県西春日井郡西枇杷島町旭町3丁目1

番地 三菱重工業株式会社冷熱事業本部内

(72) 発明者 町田 博史

愛知県西春日井郡西枇杷島町旭町3丁目1

番地 三菱重工業株式会社冷熱事業本部内

(74) 代理人 100112737

弁理士 藤田 考晴 (外3名)

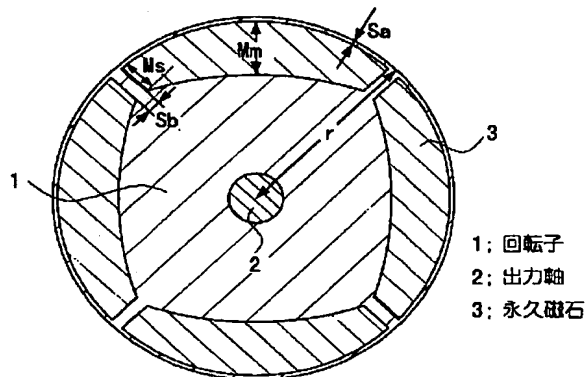
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機

(57) 【要約】

【課題】 減磁耐力を高くし、高速回転を可能とした高効率な磁石電動機を提供する。

【解決手段】 界磁を形成する永久磁石の形状は、該永久磁石の外周面と回転子の外周面とが等距離をなし、かつ、回転子の半径方向の中間部分の厚さを周辺部分の厚さより厚く、かつ、永久磁石の回転子の中心側の形状が平面となったときの厚さよりも薄いことを特徴とし、永久磁石の外周面のうち前記回転子の円周方向の端部に所定の半径の丸みをもたせたことを特徴とする。また、前記回転子の互いに隣接する各永久磁石間の鉄心部、または前記回転子の各永久磁石外側の外周鉄心部のどちらかに複数のスリットを設けたことを特徴とする。さらに、前記回転子の鉄心部に穿設した前記永久磁石用穴と前記永久磁石との空隙に透磁性の固着材を充填し、前記回転子の鉄心部と前記永久磁石とを固着させたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁路となる積層鋼板に埋め込まれた永久磁石により界磁を形成する回転子と、磁路となる積層鋼板のスロットに電機子巻線が配設されて電機子を形成する固定子とを有し、前記電機子巻線に通電して前記回転子との間に回転トルクを発生する電動機であって、前記永久磁石は、  
該永久磁石の外周面と前記回転子の外周面とが等距離をなし、かつ、前記回転子の半径方向の中間部分の厚さを周辺部分の厚さより厚くした形状であることを特徴とする電動機。

【請求項2】 前記永久磁石の外周面のうち前記回転子の円周方向の端部に所定の半径の丸みをもたせたことを特徴とする請求項1に記載の電動機。

【請求項3】 前記永久磁石の中間部分の厚さは、該永久磁石の前記回転子の中心側の形状が平面となったときの厚さよりも薄いことを特徴とする請求項1または2に記載の電動機。

【請求項4】 積層磁性鋼板により形成された鉄心の周方向に所定の間隔を隔てて複数の永久磁石をその磁極が周方向に向かうように外周表面近くに埋設し、前記鉄心の中心に固定軸を貫通固定してなる回転子を有する磁石電動機において、  
前記回転子の互いに隣接する各永久磁石間の鉄心部、または前記回転子の各永久磁石外側の外周鉄心部のどちらかに複数のスリットを設けたことを特徴とする磁石電動機。

【請求項5】 前記回転子の互いに隣接する各永久磁石間の鉄心部、および前記回転子の各永久磁石外側の外周鉄心部の双方に複数の軸方向スリットを設けたことを特徴とする請求項4に記載の磁石電動機。

【請求項6】 前記回転子の互いに隣接する各永久磁石間の鉄心部に設けられた前記複数のスリットは、前記互いに隣接する各永久磁石間を直線または円弧で結ぶ形状としたことを特徴とする請求項4または5に記載の磁石電動機。

【請求項7】 前記回転子の各永久磁石外側の外周鉄心部に設けられた前記複数のスリットは、前記回転子の外側で収束する方向の形状をなす複数のスリットであることを特徴とする請求項4または5に記載の磁石電動機。

【請求項8】 前記回転子の鉄心部に穿設した前記永久磁石用穴と前記永久磁石との空隙に透磁性の固着材を充填し、前記回転子の鉄心部と前記永久磁石とを固着させたことを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の磁石電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、高速回転時に高効率を得ることができる磁石電動機に関し、特に密閉型

圧縮機に使用する磁石電動機の回転子の構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の磁石電動機の回転子では、磁極を形成する永久磁石は図6のように配置されていた。すなわち、永久磁石13は図6のように配置され、13a部分が回転子11の外周に近く位置し、13b部分は平坦で回転子11の半径方向の中間部分は周辺部分より回転子11の外周からの距離が大となる構造であった。このような構造とすることにより、13b部分の固定子（不図示）との間のインダクタンスが13a部分のインダクタンスよりも大きく、このインダクタンスの差によるリラクタンストルクを積極的に回転トルクとして利用する方法が用いられていた。

【0003】また図7は、従来の技術による密閉型圧縮機の磁石電動機を示し、図7(a)は、図7(b)のA-A線に沿う縦断面図であり、図7(b)は図7(a)のB-B線に沿う横断面図である。磁石電動機70は、固定子61と回転子62とからなる。固定子61は、薄肉の磁性鋼板を多数積層してなる円筒状鉄心63に、その周方向に所定の間隔を隔てて設けられた複数のスロット64を通して、巻線65を巻き付けることによって構成されている。

【0004】回転子62は、円筒形状をなし、薄肉の磁性鋼板を多数積層してなる鉄心66と、この鉄心66の周方向に所定の間隔を隔て、その磁極が周方向に向かうよう、かつ、製造上許す限り回転子62の外表面に近く埋設されている複数（本図では4個）の永久磁石67を有する。また、前記鉄心66の中心には、回転軸68が貫通固定されている。回転子62の上端には、上端板71、下端には下端板72があり、リベット73により鉄心66、永久磁石67、上端板71及び下端板72が固着されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが上述の図6に示した磁石電動機では、インダクタンスの電圧降下により入力電圧不足となり、高速運転ができなくなるという課題があった。

【0006】また、図7に示した構造の回転子においては、永久磁石が薄肉の磁性鋼板を多数積層した鉄心に空けられた永久磁石用穴に埋設され、配置されているだけであるので、永久磁石外側の回転子外周鉄心部のインダクタンスが増加して、この鉄心部を流れる磁束が多くなって損失が大きくなるという課題があった。

【0007】また、鉄心の永久磁石用穴と、この穴に埋設された永久磁石との間には空隙ができ、この空隙の磁気抵抗が大きいいため、磁路の形成が阻害されるという課題があった。

【0008】本発明はこのような背景の下になされたもので、回転子の永久磁石の形状を回転方向で等インダクタンスとする形状とし、かつ、半径方向の中間部分の厚

さを周辺部分の厚さより厚くすることにより減磁耐力を高くし、高速回転を可能とした高効率な磁石電動機を提供することを目的とする。

【0009】また、各永久磁石の外側の回転子の外周鉄心部、各永久磁石と隣接永久磁石との間の鉄心部のどちらか、または双方に、回転子外側で収束する方向に複数のスリットを穿設することにより、回転子からの磁束密度増加による効率向上、回転子の鉄損減少による効率向上を図ることができる磁石電動機を提供することを目的とする。

【0010】また、鉄心の永久磁石用穴と永久磁石との間の空隙に透磁性の固着剤を充填することにより磁気抵抗を低減させ、高効率の磁石電動機を提供することを目的とする。また、前記固着剤の使用により回転子の剛性を向上させ、鉄心と永久磁石間を固定するカシメクランプの省略を可能とする磁石電動機を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、磁路となる積層鋼板に埋め込まれた永久磁石により界磁を形成する回転子と、磁路となる積層鋼板のスロットに電機子巻線が配設されて電機子を形成する固定子とを有し、前記電機子巻線に通電して前記回転子との間に回転トルクを発生する電動機であって、前記永久磁石は、該永久磁石の外周面と前記回転子の外周面とが等距離をなし、かつ、前記回転子の半径方向の中間部分の厚さを周辺部分の厚さより厚くした形状であることを特徴とする電動機を提供する。

【0012】この発明によれば、永久磁石の減磁耐力が大きく、回転子の永久磁石と固定子との間のインダクタンスが小さくなるので過大な入力が必要とせず、高効率で高速回転に適した電動機とすることができる。

【0013】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の電動機において、前記永久磁石の外周面のうち前記回転子の円周方向の端部に所定の半径の丸みをもたせたことを特徴とする。

【0014】この発明によれば、永久磁石を埋め込むための回転子の積層鋼板の打ち抜き加工を容易にし、永久磁石の外周と積層鋼板の外周との距離が短くても寸法精度の高い電動機を製作することができる。

【0015】また請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の電動機において、前記永久磁石の中間部分の厚さは、該永久磁石の前記回転子の中心側の形状が平面となったときの厚さよりも薄いことを特徴とする。

【0016】この発明によれば、永久磁石の出力軸側の形状が平面以上に膨らまないように規定し、永久磁石の形状を必要以上に大きくせずに減磁耐力を大きくできる電動機を提供できる。

【0017】請求項4に記載の発明は、積層磁性鋼板により形成された鉄心の周方向に所定の間隔を隔てて複数

の永久磁石をその磁極が周方向に向かうように外周表面近くに埋設し、前記鉄心の中心に固定軸を貫通固定してなる回転子を有する磁石電動機において、前記回転子の互いに隣接する各永久磁石間の鉄心部、または前記回転子の各永久磁石外側の外周鉄心部のどちらかに複数のスリットを設けたことを特徴とする磁石電動機を提供する。

【0018】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の磁石電動機において、前記回転子の互いに隣接する各永久磁石間の鉄心部、および前記回転子の各永久磁石外側の外周鉄心部の双方に複数のスリットを設けたことを特徴とする。

【0019】請求項4または5の発明によれば、回転子の互いに隣接する各永久磁石間の鉄心部、および前記回転子の各永久磁石外側の外周鉄心部のどちらかまたは双方に複数のスリットを設けることにより、回転子からの磁束密度増加による効率向上、回転子の鉄損減少による効率向上を図ることができる。

【0020】請求項6に記載の発明は、請求項4または5に記載の磁石電動機において、前記回転子の互いに隣接する各永久磁石間の鉄心部に設けられた前記複数のスリットは、前記互いに隣接する各永久磁石間を直線または円弧で結ぶ形状としたことを特徴とする。

【0021】請求項7に記載の発明は、請求項4または5に記載の磁石電動機において、前記回転子の各永久磁石外側の外周鉄心部に設けられた前記複数のスリットは、前記回転子の外側で収束する方向の形状をなす複数のスリットであることを特徴とする。

【0022】請求項6または7の発明によれば、記載した形状のスリットとすることにより、回転子からの磁束密度増加による効率向上、回転子の鉄損減少による効率向上を図ることができる。

【0023】請求項8に記載の発明は、請求項1から7のいずれかに記載の磁石電動機において、前記回転子の鉄心部に穿設した前記永久磁石用穴と前記永久磁石との空隙に透磁性の固着材を充填し、前記回転子の鉄心部と前記永久磁石とを固着させたことを特徴とする。

【0024】請求項8の発明によれば、鉄心の永久磁石用穴と永久磁石との間の空隙に透磁性の固着剤を充填することにより磁気抵抗を低減させ、高効率の磁石電動機とすることができる。また、前記固着剤の使用により回転子の剛性を向上させ、鉄心と永久磁石間を固定するカシメクランプの省略が可能となる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施形態について図を参照しながら説明する。図1はこの発明の一実施形態による電動機の回転子の構造を示す横断面図である。この図において、符号1は積層鋼板によって構成された回転子で、出力軸2に接続され、磁極数に応じた数の永久磁石3が埋め込まれ界磁を形成している。

【0026】この発明の特徴は、永久磁石3の形状にあり、図に示すように永久磁石3の外周側の形状を回転子1の外周から等距離 $S_a$ とし、永久磁石3の中間部分の厚さを $M_m$ 、周辺部分の厚さを $M_s$ 、回転子1の積層鋼板の外周面から前記永久磁石3の外周面までの距離を $S_a$ 、隣接する永久磁石との互いに相対する面の間の距離を $S_b$ 、回転子1の半径を $r$ とすると、

$$M_s < M_m < (1 - (0.5 \times \sqrt{2})) \times (r - S_a) + (0.5 \times \sqrt{2}) \times (M_s - S_b / 2)$$

の関係にあることを特徴としている。

【0027】これは、永久磁石3の外周側の形状を回転子1の外周から等距離 $S_a$ とし、永久磁石3の $M_m$ の値が $M_s$ より大であり、かつ、永久磁石3の出力軸側の面が図2に示したように平面となる場合を最大値とし、通常平面より膨らまない形状であることを表している。このような形状とすることによって、回転子の回転方向で等インダクタンスとなり、かつ、半径方向の中間部分の厚さを周辺部分の厚さより厚くすることにより減磁耐力を高くし、高速回転を可能とした高効率な電動機を提供することが可能となる。

【0028】また図3に示すように、永久磁石3の外周面のうち前記回転子の円周方向の端部に所定の半径 $r_0$ の丸みをもたせることによって、永久磁石を埋め込むための回転子の積層鋼板の打ち抜き加工を容易にし、永久磁石の外周と積層鋼板の外周との距離が短くても寸法精度の高い電動機を製作することができる。

【0029】次に、この発明の他の実施形態について図4を参照して説明する。この図において、回転子102の鉄心106の周方向には、所定の間隔を隔てて永久磁石用穴106aが空けられ、永久磁石107が埋設されている。各永久磁石107外側の回転子102の外周鉄心部114には、回転子102とそれぞれの永久磁石107の中心を結ぶ線上で回転子102の外側の1点Pに向かって収束するように複数のスリット116が穿設されている。また、各永久磁石107と隣接する永久磁石107との間の鉄心部115には、隣接する各永久磁石間を結ぶ直線または円弧状の複数のスリット117が穿設されている。

【0030】図4において、回転子102の鉄心106には、各永久磁石107外側の回転子2の外周鉄心部114及び各永久磁石107と隣接永久磁石107との間の鉄心部115に、回転子102外側の1点Pに収束するように複数のスリット116及び117が穿設されているので、各永久磁石107から発生する磁束の流れは、これら各スリットによってブロックされて鉄心106のインダクタンス量が制御されるとともに、上記P点の方向に収束される。これにより、回転子102からの磁束密度増加による効率向上、回転子102の鉄損減少による効率向上を図ることができる。

【0031】ところで、これまで説明してきた図1から

図4に示した実施形態においては、永久磁石と、鉄心の永久磁石用の埋め込み穴を明確に図示してこなかったが、実際には図5に示すように永久磁石107は鉄心106とは密着してはおらず、永久磁石用穴106aには空隙120が存在する。この空隙120は磁気抵抗が大きく、発生磁界の磁路の形成を阻害する。

【0032】そこで、この空隙120に透磁性の固着剤を充填することによって、この部分の磁気抵抗が低減され、電動機効率が向上し、回転子102の剛性が向上して発生磁界を安定化することができる。また、回転子102の剛性を向上させ、永久磁石107と鉄心106とを固定するカシメクランプの省略によるコストダウンが期待できる。

【0033】以上、本発明の一実施形態の動作を図面を参照して詳述してきたが、本発明はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。たとえば、他の実施形態で設けられる複数のスリットは、必ずしも回転子外側の1点Pに収束する必要はなく、収束する方向であればよい。

【0034】

【発明の効果】これまでに説明したようにこの発明によれば、永久磁石の外周面と回転子1の外周面とが等距離をなし、かつ、回転半径方向の中間部分の厚さを周辺部分の厚さより厚くするようにしたので、永久磁石の減磁耐力が大きく、回転子の永久磁石と固定子との間のインダクタンスが小さくなり、過大な入力が必要とせず、高効率で高速回転に適した電動機とすることができるという効果が得られる。

【0035】また、各永久磁石の外側の回転子1の外周鉄心部、各永久磁石と隣接永久磁石との間の鉄心部のどちらか、または双方に、回転子外側で収束する方向に複数のスリットを穿設するようにしたので、回転子からの磁束密度増加による効率向上、回転子の鉄損減少による効率向上を図ることができるという効果が得られる。

【0036】また、永久磁石と永久磁石用穴との空隙に透磁性の固着剤を充填することによって、この部分の磁気抵抗が低減され、電動機効率が向上し、回転子1の剛性が向上して発生磁界を安定化することができるという効果が得られる。さらに、永久磁石と鉄心とを固定するカシメクランプを省略することができ、コストダウンが期待できるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態による磁石電動機の回転子の構造を示す横断面図。

【図2】 図1の永久磁石の回転方向中心部の最大厚さを説明するための横断面図。

【図3】 図1の永久磁石の外周面の面取りを説明するための横断面図。

【図4】 本発明の他の実施形態による磁石電動機の回

転子の構造を示す横断面図。

【図5】 鉄心の永久磁石用穴と永久磁石との間の空隙を示す図。

【図6】 従来の技術による磁石電動機の回転子の構造を示す横断面図。

【図7】 従来の技術による密閉型圧縮機の磁石電動機を示し、図7(a)は、図7(b)のA-A線に沿う縦断面図、図7(b)は図7(a)のB-B線に沿う横断面図。

【符号の説明】

1…回転子

2…出力軸

\* 3…永久磁石

11…回転子

12…出力軸

13…永久磁石

102…回転子

106…鉄心

106a…永久磁石用穴

107…永久磁石

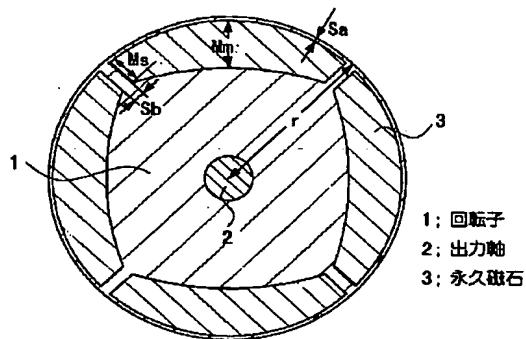
114…外周鉄心部

10 115…各永久磁石と隣接永久磁石との間の鉄心部

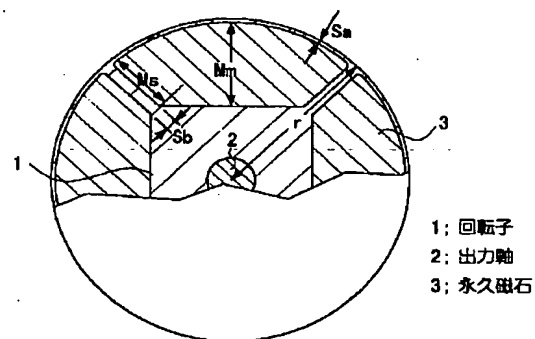
116…スリット

\* 117…スリット

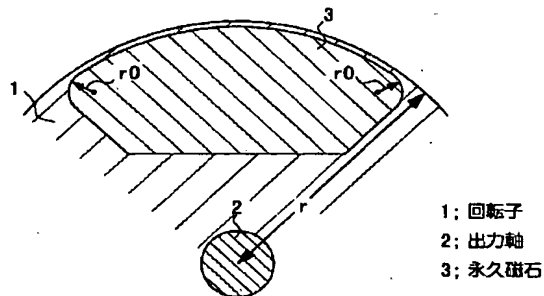
【図1】



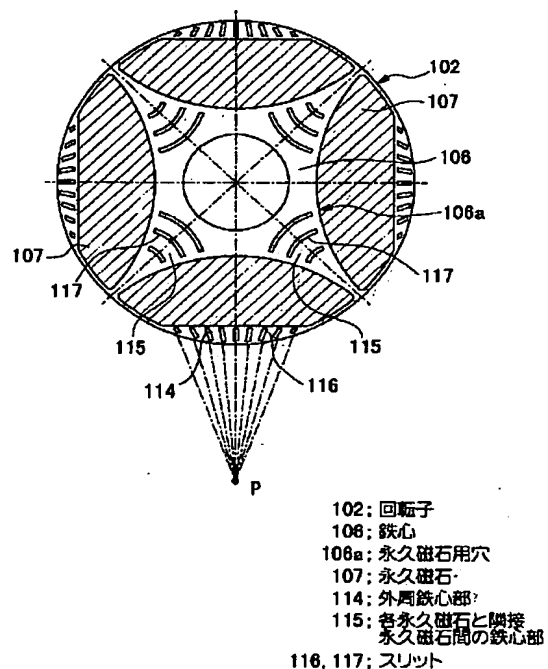
【図2】



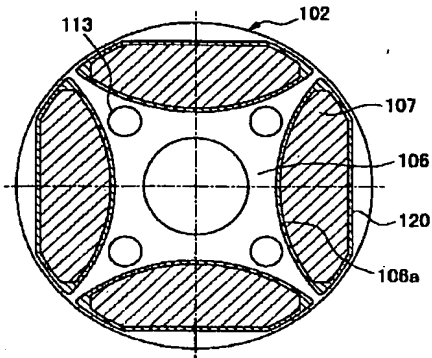
【図3】



【図4】

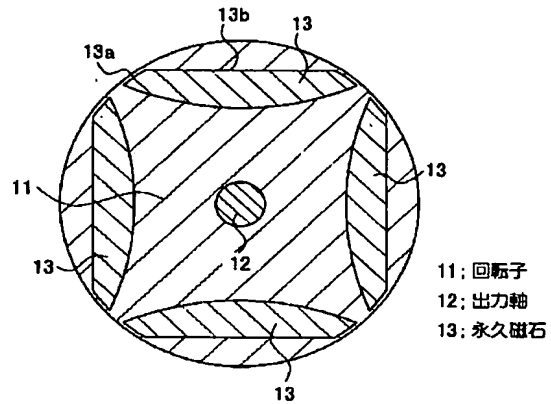


【図5】



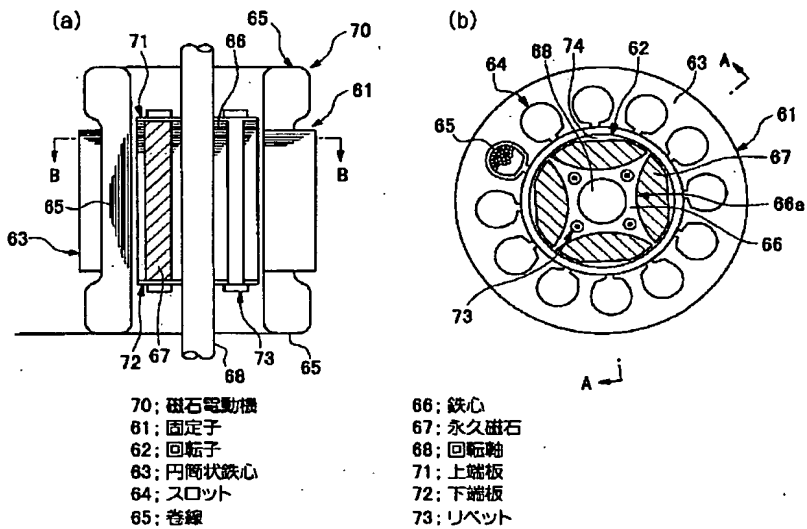
- 102: 回転子  
106: 鉄心  
106a: 永久磁石用穴  
107: 永久磁石  
113: リベット  
120: 空隙(透磁性固着剤)

【図6】



- 11: 回転子  
12: 出力軸  
13: 永久磁石

【図7】



- 70: 磁石電動機  
61: 固定子  
62: 回転子  
63: 円筒状鉄心  
64: スロット  
65: 巻線

- 66: 鉄心  
67: 永久磁石  
68: 回転軸  
71: 上端板  
72: 下端板  
73: リベット

フロントページの続き

(72)発明者 蟹江 徹雄  
愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地  
三菱重工業株式会社名古屋研究所内

(72)発明者 星野 昭広  
愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地  
三菱重工業株式会社産業機器事業部内

(72)発明者 磯部 真一

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地  
三菱重工業株式会社産業機器事業部内

(72)発明者 広瀬 雅彦

愛知県名古屋市中村区岩塚町字九反所60番  
地の1 中菱エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 野口 章浩

愛知県名古屋市中村区岩塚町字九反所60番  
地の1 中菱エンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 5H002 AA03 AA05 AB07 AC06 AE08  
5H621 AA03 GA01 GA04 GB10 HH01  
HH08 JK02 JK05 JK15  
5H622 AA03 CA02 CA05 CA13 CB04  
CB05 CB06 PP10 PP11 PP19  
QB02